

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936

THÈSE N° 774

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Robert MICHEL

Né à Saint-Ouen-l'Aumône (S.-et O.), le 9 Janvier 1911

LA DESTRUCTION
DES
ORDURES MÉNAGÈRES
PAR LA MÉTHODE
DU DÉPOT CONTRÔLÉ

Président : M. L. TANON, Professeur

PARIS
AMÉDÉE LEGRAND, ÉDITEUR
93, Boulevard St-Germain, 93
1936

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Robert MICHEL

Né à Saint-Ouen-l'Aumône (S.-et O.), le 9 Janvier 1911

LA DESTRUCTION DES ORDURES MÉNAGÈRES PAR LA MÉTHODE DU DÉPOT CONTRÔLÉ

Président : M. L. TANON, Professeur

PARIS

AMÉDÉE LEGRAND, ÉDITEUR

93, Boulevard St-Germain, 93

1936

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

MM.		MM.	
ABRAMI	Clinique médicale.	BASSET	Clinique chirurgicale.
ALAJOUANINE ...		BROCQ	
AUBERTIN		CADENAT	
BRULE		GATELLIER	
CHABROL		HEITZ-BOYER ...	
CHIRAY		MOURE	
DONZELOT		QUENU	
UVOIR		SCHWARTZ	
LIAN		VELTER	
PASTEUR - VALLE-			
RY - RADOT			
SEZARY			

MM.	
ECALLE	Clinique obstétricale.
GUENIOT	
LE LORIER	
LEVY-SOLAL	
METZGER	

V. — CHARGES DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé	Education physique.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
PHILIBERT, agrégé	Microbiologie
RUPPE	Stomatologie.
FREY	Stomatologie.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE

A MA MERE

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A MES PROFESSEURS
DE LA FACULTE DE MEDECINE
ET DES HOPITAUX DE PARIS

INTRODUCTION

Il est incontestable que l'évacuation des eaux résiduaires et des ordures ménagères constitue une cause de graves soucis pour les municipalités.

Celles-ci doivent envisager le problème sous des aspects multiples, savoir : point de vue hygiénique, social, administratif et enfin technique.

Les considérations hygiéniques doivent dominer, inspirer, toutes les données techniques.

En effet, les ordures ménagères sont très dangereuses pour la santé publique. Les matières organiques qu'elles renferment en grande quantité sont nocives par la décomposition rapide qui surviendra dans le délai de vingt-quatre heures : de plus les rats, cause de propagation de terribles épidémies, trouvent dans les gadoues la plus grande partie de leur nourriture.

..Rappelons quelques souvenirs sur l'épidémie de peste qui fit tant de ravages au XII^e siècle :

*« Partie du Nord de la Chine, d'une contrée qui
« s'est appelée le Cathay jusqu'au milieu du XVII^e siècle, la peste dévasta en quatre ans toute la terre :
« le nombre de ses victimes s'élève environ à 70 millions, dont 40 pour l'Europe. »*

COMPOSITION DES ORDURES MENAGERES

Les éléments dont se compose la collecte des services municipaux d'ordures ménagères, variant d'une façon sensible suivant les villes et la saison : la densité de gadoue est plus forte en hiver qu'en été, on peut évaluer à 1.000.000 de mètres cubes environ le volume total fourni en un an par notre capitale; le reste, représenté par les boues et immondices provenant du balayage des rues, est rejeté à l'égout.

En France et dans presque toutes les villes d'Europe, la collecte est faite sur le type unitaire à la maison productrice, les gadoues étant déposées dans un récipient, leur triage n'est opéré qu'ensuite.

Elles sont constituées de matières diverses qui peuvent se classer comme suit :

1° *Matières minérales* : Poussières d'origine minérale, débris de verre, de porcelaine, cendres de fourneaux, escarbilles, ferrailles, ustensiles hors d'usage.

2° *Matières végétales* : Fragments de légumes, fruits crus et cuits, épluchures, des matières celluloseuses telles que : papiers, paille, tissus de textiles végétaux, bois.

sont à l'air libre dans les gares; il est sage, d'ailleurs, de prévoir un autre débouché que celui-ci, car la crise agricole, d'une part, et la concurrence de plus en plus active des engrais chimiques, fait prévoir que nos agriculteurs ne voudront plus de gadoues comme engrais.

IMMERSION DES IMMONDICES

Dès que la nécessité d'évacuer les ordures des villes a commencé à se faire sentir, les villes situées sur les bords de la mer y jetèrent les résidus urbains, l'avantage de cette solution est qu'elle peut se pratiquer sans triage préalable, elle est de plus d'un prix de revient très bon marché.

Le Conseil supérieur d'hygiène a eu à examiner des projets d'assainissements présentés par des villes maritimes comportant l'immersion des immondices; cette pratique a été admise à condition toutefois qu'une étude des courants marins aurait démontré que les matières jetées à la mer ne seraient pas rejetées au rivage : en effet, les gadoues avaient tôt fait de revenir au rivage, même lorsque l'on eut recours au bottelage (on fit des balles de gadoues compressées fortement à la presse hydraulique et ligaturées par des fils de fer, ces balles de gadoues étaient transportées à plusieurs kilomètres des côtes; les fils de fer corrodés par l'eau de mer, les gadoues revinrent à la côte).

Ce procédé fut pratiqué par plusieurs villes de l'Amérique, en Angleterre : à Liverpool, deux steamers déversaient journellement les ordures dans la Mersey.

Marseille abandonne cette solution trop simple en 1880, pour en adopter une autre, non moins mauvaise, celle de les transporter vers les plaines de la Crau.

DEPOTS DE GADOUES

A l'intérieur, les villes eurent recours aux dépôts de gadoues, cette mise en dépôt a toujours été le procédé préféré des municipalités, en France comme à l'étranger : à Rome, c'est au Monte Testaccio, en France, à Paris, la Butte Saint-Roch qui disparut lors du percement de l'avenue de l'Opéra.

De nos jours encore comme aux temps préhistoriques, la campagne parisienne est parsemée de tas d'ordures, malodorants, inesthétiques.

Relisons à ce sujet les notes de Georges Duhamel (Querelles de famille), prises au cours d'une promenade à travers bois :

« Le bois pourrait me consoler, il est jeune, il est
« en sa fleur, il rit de toutes les sèves comme au
« commencement de l'univers. Le bel espoir ! L'ordu-
« re est partout et je dis bien l'ordure industrielle. La
« houe, au moins, sèche et retourne au sol. Les
« charognes cèdent en une saison au travail de la ver-
« mine, mais l'ordure du xx^e siècle est une ordure de
« bonne qualité, elle représente sans doute le monu-
« ment le plus durable du génie contemporain. On

« la dirait vivante et volontaire, elle s'empare avec
« audace de tous les points stratégiques, un petit
« trou, un fossé, une ancienne carrière, une masure
« à l'abandon, une fondrière, un ravin, toute place
« est bonne, toute place est prise et le siècle y met
« bas une portée de boîtes de sardines, cette colonie
« ne tarde pas à prospérer. Les boîtes de sardines,
« ô prodige, engendrent des vases de nuit, des am-
« poules électriques, des latrines à pédales. »

« Patience, les promeneurs! vous ne pourrez bien-
« tôt plus vous reposer sur le gazon des clairières
« sans avoir, au préalable, épluché méticuleusement
« la place de votre arrière-train. »

« Amoureuses de jadis, vous redoutiez les four-
« mis! c'est des vieux vilbrequins ou des aiguilles à
« matelas que vos filles se méfieront avant de rou-
« ler dans l'herbe. »

« Les tas d'ordures s'étalent comme les taches
« d'une maladie, ils s'appellent, ils se cherchent à
« travers les buissons comme les oiseaux au prin-
« temps. »

En effet, de tels tas d'ordures ne devraient plus exister, ni être tolérés, cette pratique étant contraire aux lois de l'hygiène au plus haut point. D'ailleurs, pour les grandes villes, Paris en particulier, vit croître chaque jour la masse de ses résidus urbains, il fallut trouver d'autres moyens de s'en débarrasser, c'est dans cet ordre d'idée que les ingénieurs ont été amenés à construire une usine d'incinération de gadoues en 1900.

L'INCINERATION

Le procédé avec dispositif à feu continu est de beaucoup le plus employé, ce dispositif est le système « Bréchet ». Chaque usine d'incinération comprend :

Le four incinérateur où les gadoues sont déversées et où elles brûlent sans addition d'aucun combustible étranger, car, elles sont, d'elles-mêmes, assez combustibles, mais l'ordure ménagère manque d'homogénéité, ce qui rend sa combustion plus difficile, celle-ci étant incomplète il résulte que les premières usines d'incinération répandaient au voisinage une odeur infecte dont ne cessaient de se plaindre avec juste raison tous les habitants du voisinage, plaintes d'autant plus justifiées que les gaz de combustion renferment en assez forte proportion de l'anhydride sulfureux, gaz dangereux pour les êtres vivants.

Nos ingénieurs sont arrivés à supprimer en grande partie les poussières et les mauvaises odeurs que produisaient les premières usines.

Le procédé utilisé est le suivant :

On insuffle de l'air chaud sous les cellules, grâce à ce nouvel apport la combustion des ordures ménagères est complète et l'on peut dire que les fumées qui s'échappent des cheminées sont beaucoup moins

riches en poussières et en gaz toxiques que la plupart des usines de notre banlieue parisienne qui, souvent, vomissent des nuages de fumée noire à la satisfaction des habitants du voisinage, puisqu'il ne s'agit pas d'une usine d'incinération.

Il existe maintenant des dépoussiéreurs pouvant donner toute satisfaction aux usines d'incinération, soit qu'il s'agisse de dépoussiéreurs électriques, centrifuges ou de dépoussiéreurs humides qui ont le gros avantage d'absorber en grande partie les gaz toxiques, en particulier l'anhydride sulfureux.

La ville de Paris, actuellement, utilise le procédé d'incinération pour se débarrasser de la presque totalité de ses ordures, elle a fait construire quatre usines très importantes et bien installées, ce sont : Romainville, Issy-les-Moulineaux, Ivry et Saint-Ouen.

Un progrès important a été réalisé dans ces usines : les ordures ne sont plus ni chiffonnées ni triées par des ouvriers qui risquaient de se blesser en manipulant toute cette matière septique. Les ordures sont déversées dans des fosses formant galeries étanches, par les bennes automobiles.

Ces fosses sont isolées de l'extérieur par un rideau métallique; une benne preneuse manœuvrée à distance par un mécanicien, lui-même isolé de la fosse par un panneau vitré, déverse la gadoue directement dans les fours où celle-ci est détruite, grâce à une forte production de chaleur 1.200 à 1.300° environ : cette source d'énergie sera d'ailleurs utilisée comme nous le verrons plus loin.

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L'INCINERATION

Au point de vue hygiénique, le résultat est satisfaisant, il est incontestable que le résidu définitif est un produit stérile, ceux qui ne sont pas partisans de cette méthode objectent qu'avant d'être incinérées, les ordures ménagères sont en contact prolongé avec l'air, ces arguments ont une valeur bien faible, car il est bien évident que, quelque soit le procédé utilisé, on ne pourra jamais supprimer la collecte ni éviter qu'à un moment donné, la gadoue ne soit provisoirement en contact plus ou moins prolongé avec l'air; d'ailleurs, les bennes actuelles fermées donnent satisfaction, et nous avons vu que, dans nos usines modernes, la gadoue est immédiatement isolée du voisinage grâce aux fosses que l'on isole de l'extérieur en fermant le rideau de fer dès que la benne automobile a déversé son chargement.

Les ouvriers de l'usine sont eux-mêmes protégés des odeurs et des poussières, grâce à l'étanchéité de la cage vitrée d'où ils commandent la benne qui se chargera de transporter la gadoue vers le four incinérateur.

Mais il est un inconvénient très difficile à supprimer, les ordures, une fois introduites dans le four, ne sont pas immédiatement en contact avec le foyer

incandescent, elles distillent et rejettent par la cheminée de la fumée que l'on pourra combattre par les différents appareils vus précédemment, mais on sera à peu près impuissant à lutter contre les mauvaises odeurs provenant des produits pyroligneux de la distillation.

Un autre argument contre, est celui du prix de revient : en effet, l'installation d'une usine coûte très cher.

En Angleterre, le gouvernement refuse depuis longtemps tout subside pour la construction d'usines d'incinération.

L'usine d'incinération construite à Issy-les-Moulineaux revient à environ trente millions de francs, celle de Nice a coûté à la ville onze millions pour sa construction, en outre des quatre vingts mille mètres de terrain d'une valeur de 40 francs le mètre carré, mais il faut reconnaître que cette usine possède tous les derniers perfectionnements connus.

L'usine comprend 3 batteries de trois foyers du système Bréchet pouvant détruire 15 tonnes à l'heure, ce qui équivaut à dire que si elle est exploitée d'une façon continue, sa puissance d'incinération quotidienne peut être appréciée à 360 tonnes d'ordures ménagères. Son fonctionnement a été conçu dans un esprit de préoccupations hygiéniques des plus remarquables.

Les camions automobiles à benne basculante, dont le nombre a été porté récemment à 57, entrent d'abord dans un hall de déversement complètement

clos, ils déversent leur contenu dans la fosse silo qui le longe où sont collectées les ordures ménagères, celles-ci sont reprises par des bennes preneuses accrochées à des ponts roulants qui se manœuvrent à l'extérieur, les ouvriers surveillent le fonctionnement des bennes à travers un vitrage qui les isole de la fosse à ordures et du hall de chargement où aucun ouvrier ne pénètre.

Des trémies d'enfournement, sans aucun contact avec les ouvriers et sans qu'aucune poussière puisse s'égarer, tombent directement dans les fours sans avoir subi aucun triage préalable.

Les mâchefers produits par la combustion, broyés et arrosés d'eau sont ensuite amenés par un jeu de wagons et d'élévateurs jusqu'à un dépôt spécial.

Les constructeurs de fours font valoir le prix de revente des résidus d'incinération, en réalité le mâchefer est d'une bien faible valeur marchande, on l'a transformé en briques, mais c'est d'un aspect peu séduisant.

D'autre part, l'incinération détruit des matières fertilisantes : l'azote, la potasse, l'acide phosphorique, qui normalement devraient retourner au sol.

Il est une autre source d'énergie que l'on a cherché à utiliser, c'est l'énergie thermique dégagée par la combustion des ordures; celles-ci étant un combustible gratuit, la chaleur dégagée sert à faire de la vapeur, cette énergie nouvelle est transformée en énergie électrique: une tonne de gadoue brûlée donne environ 160 kilowatts-heure. Ce courant peut être

utilisé pour l'éclairage et le fonctionnement des machines de l'usine, comme l'énergie électrique produite par une usine d'incinération dépasse de beaucoup les besoins de l'usine productrice, on a songé à vendre le courant directement au consommateur; l'expérience a montré que cela était impossible et la ville de Paris s'est trouvée dans l'obligation de vendre le courant produit à une société qui régularise le courant produit : en effet, un courant électrique ne vaut que s'il est régulier, ce qui n'est pas du tout le cas pour ces petites usines, cela tient au combustible, la quantité d'ordure varie suivant les saisons, journellement, la valeur de la gadoue comme combustible varie aussi dans des proportions considérables, on ne peut donc envisager de posséder une usine productrice à puissance toujours égale, puisque le combustible est variable au jour le jour en quantité et en qualité.

De ce fait, la société qui accepte de régulariser ce courant fait valoir la faible valeur marchande d'un tel courant.

Nous avons vu, dans cette étude, les avantages et les inconvénients du four incinérateur, mais celui-ci ne fonctionne qu'à Paris et dans quelques grandes villes seulement; si le problème posé a été résolu, ainsi, pour notre capitale et la plupart de nos grandes villes, cela n'est pas vrai pour les villes de moindre importance; est-il possible à une ville de 10.000 habitants de construire une usine d'incinéra-

tion bien organisée? A l'heure actuelle, aucune petite ville ne réussit dans une telle entreprise.

La construction de l'usine coûte trop cher, le budget de la ville, peu élevé, ne permet pas l'entretien, la réfection des fours qui s'usent vite à cause de la haute température à laquelle sont portées les gadoues en combustion, à cela il faut ajouter les salaires des ouvriers travaillant à l'usine ou à la collecte.

C'est pour nos petites villes que le problème se pose le plus nettement et doit être résolu en tenant compte des lois de l'hygiène et des capitaux que la ville pourra engager. N'est-il pas paradoxal de voir certaines petites villes posséder un service de collecte admirablement organisé, bennes automobiles du dernier modèle, et puis si la curiosité vous pousse de savoir quel sort sera réservé à ces résidus urbains, vous serez très étonnés en suivant ces bennes, de vous apercevoir que leur promenade matinale à travers la ville sera vite interrompue à quelques centaines de mètres de la ville où, là, elles s'arrêtent pour déverser dans une ancienne carrière ou, à défaut, un marécage, leur contenu.

Ces ordures seront abandonnées, les mouches, les rats trouveront là une nourriture, les gens du voisinage, ne craignez rien, auront aussi leur part sous forme d'odeurs plus ou moins agréables. Comme vous pouvez le constater, le procédé d'incinération n'est pas applicable dans toutes nos villes, aussi les ingénieurs et les hygiénistes ont-ils cherché d'autres

solutions; parmi celles que nous étudierons, il nous paraît intéressant de développer, ici, le système de l'ingénieur A. J. Terwagne expérimenté à Nice en 1928 et surtout à l'étranger, notamment en Belgique où une usine fonctionne à Dison.

PROCEDE THERMO - CHIMIQUE DE L'INGENIEUR A. J. TERWAGNE

Ce procédé comprend plusieurs opérations que nous allons examiner successivement :

Dans la première, les ordures amenées à l'usine par les voitures de collecte sont directement envoyées dans un trémie qui les distribue à travers un sas, alternativement ouvert et fermé pour empêcher toute entrée d'air ou sortie de gaz dans un tube hermétiquement clos, ce qui constitue des séchoirs d'un modèle spécial, où elles sont desséchées par des gaz perdus, cette opération dure environ une demi-heure à la température d'environ 120 degrés centigrades.

Une quantité d'eau variant de 25 à 35 %, suivant le degré d'humidité des ordures, a été enlevée. Il en résulte qu'à la sortie du tube sécheur, les gadoues sont complètement stérilisées grâce à la température de 125°, stérilisation d'autre part plus aisée que celle-ci, s'opère en milieu humide, cette déshydratation a, de plus, l'avantage de réduire d'environ 30 % le poids des gadoues à traiter et de rendre plus facile la marche des opérations suivantes. Les vapeurs sont

condensées de manière à ne laisser que des gaz secs, en particulier l'azote et l'anhydride carbonique.

La seconde opération consiste en un tamisage.

Les gadoues desséchées et stérilisées tombent par leur propre poids sur un plancher roulant qui les conduit vers des trommels de tamisage où elles se débarrassent de toutes les poussières et des cendres, lesquelles constituent un poudreau qui est envoyé dans des broyeurs et des mélangeurs-doseurs pour être enrichi par des sous-produits de la récupération et de la distillation dont il sera parlé.

Après passage dans un tunnel réfrigérateur, les ordures rigoureusement stérilisées et considérablement diminuées en poids et en volume sont jetées sur un tapis roulant de triage. On sépare par des moyens généralement mécaniques toutes les matières de chiffonnage : cuirs, chiffons, papiers, faïences, verre et métaux divers qui seront en partie rendus à l'industrie, ainsi les os seront dégelatinés pour produire la colle forte, puis broyés pour enrichir le poudreau en phosphate. Les ferrailles seront automatiquement retenues par un plancher électro-magnétique pour être envoyées entre des rouleaux de lami-noir en vue de réduire le volume, c'est la troisième phase de l'opération.

La plus importante de toute est la quatrième opération : *c'est la carbonisation en vase clos.*

Elle consiste à chauffer les éléments organiques des ordures dans un four spécial à une température ne dépassant jamais 450°, alors que l'on atteint 1.200° au

minimum dans les fours d'incinération; ce chauffage a pour effet, de dissocier les matières et de libérer ainsi les gaz qui les composent.

Par une cinquième opération, ceux-ci sont aspirés dans des colonnes de fractionnement où ils sont condensés au fur et à mesure de leur refroidissement à leurs températures respectives de liquéfaction; c'est ainsi que se déposent comme produits principaux : les goudrons, l'ammoniaque de l'acide acétique, recueilli sous forme d'acétate, de l'alcool méthylique, de l'acétone, de l'acide formique, de l'acide butyrique et des huiles diverses. Le méthane, l'hydrogène, l'oxyde de carbone ne sont pas condensables, mais ils constituent un combustible de haute puissance calorifique, débarrassés de l'ammoniaque dont ils pourraient être chargés, ils sont envoyés dans les foyers du four pour collaborer pour une part importante au chauffage des cornues de carbonisation.

Le résidu de la carbonisation se compose d'une petite partie de matières inertes échappées au triage et au tamisage et pour le reste de charbon de bois, en morceaux et en poudre, résultant de la carbonisation des matières ligno-cellulosiques des ordures ménagères. Il est utilisé en partie pour fournir un apport de calories importantes à la chauffe du four de carbonisation.

Enfin, l'ingénieur Terwagne prévoit une septième opération qui, pratiquement, ne s'applique qu'à des installations importantes, il s'agit de l'hydrolyse des matières cellulosiques, relevées au triage, telles que

les papiers, les chiffons d'origine végétale, les fibres de bois, les pailles, il est, en effet, possible, par un procédé industriel, de transformer les celluloses en dextroses et d'en tirer une série de produits tels que : alcool éthylique, acide acétique, acétone, furfurol, etc.

AVANTAGES DU PROCÉDE TERWAGNE

Il est certain que ce procédé est fort séduisant, il ne peut que contenter l'hygiéniste puisque, dès leur arrivée, les gadoues sont immédiatement stérilisées à une chaleur humide de 125° , ce qui supprime tous les germes pathogènes; de plus, cette méthode a l'avantage énorme sur l'incinération qu'il ne s'agit pas de détruire, mais d'une véritable distillation s'effectuant en vase clos: les odeurs et les fumées sont ainsi supprimées. Enfin, si nous en croyons l'inventeur, les cornues de carbonisation, grâce à la faible température de 475 degrés centigrades où elles sont portées, ne se détériorent que très lentement. Quant aux produits de récupération, ils ont évidemment une valeur marchande bien supérieure au mâchefer pratiquement invendable.

Ce procédé thermo-chimique appliqué à la destruction des odeurs ménagères donne, d'après M. A.-J. Terwagne, pour une tonne de gadoue brute sans triage après carbonisation :

200 kilos de charbon de bois.

80 kilos de gaz combustibles (méthane, hydrogène, oxyde de carbone).

232 kilos de liquide pyroligneux.

140 kilos de ferrailles et matières inertes.

L'analyse des 232 kilos de liquide pyroligneux donne :

11 kilos 600 de goudron.

6 kilos 480 d'acétate de chaux à 80 %.

6 kilos 300 de sulfate d'ammonium.

4 litres 64 centilitres d'alcool méthylique.

Le charbon de bois que l'on retrouve en quantité importante, est séparé par flottage des résidus non combustibles. Une partie de ce charbon est utilisée pour chauffer les fours de carbonisation, l'auteur de ce procédé préconise d'ailleurs une solution fort élégante pour l'utilisation de ce charbon, faisant remarquer que les camions automobiles fonctionnant au moyen de gazogènes à charbon de bois sont actuellement tout à fait au point, il préconise l'emploi de tels camions; naturellement, les bennes automobiles devraient utiliser ce charbon comme carburant à la place de l'essence qui coûte fort cher.

A notre connaissance, une usine fonctionne depuis plusieurs années, à Dison, en Belgique, sans que celle-ci ait créé le moindre inconvénient pour la population; de multiples rapports signés du bourgmestre de la ville certifient que l'usine ne dégage ni odeurs, ni poussières, ni fumées.

Une usine de carbonisation a été construite aux environs de Nice, nous croyons qu'elle est actuellement la seule construite en France. L'avenir montrera ce que vaut exactement ce procédé si séduisant.

DESTRUCTION DES ORDURES MENAGERES PAR LA FERMENTATION

Procédé Beccari,

Les dépôts contrôlés :

Le procédé de la décharge contrôlée est basé sur les mêmes principes que ceux mis en application dans la destruction des gadoues par fermentation dans les cellules inventées par le professeur italien Beccari.

Avant d'étudier ces différents procédés, observons quelles transformations subit un tas d'ordures :

Deherain, en 1884, constatait qu'un tas de fumier n'a pas une température égale dans toutes ses couches. La couche supérieure est chaude 70° environ, la couche inférieure présente une température moins élevée de l'ordre de 25°, ceci tient à ce que deux grands phénomènes interviennent dans la désintégration des matières organiques d'un tas de fumier ou de gadoues.

— La fermentation aérobie dans la couche supérieure.

— La fermentation anaérobie dans la couche inférieure.

La fermentation aérobie ou Eremacausis est une réaction oxydante avec forte élévation de tempé-

rature 70° environ; comme nous l'avons vu plus haut, cette combustion lente met en liberté de l'anhydride carbonique, de l'ammoniaque et de la vapeur d'eau.

Wollny et Schloesing ont montré les conditions nécessaires à ces phénomènes d'oxydation, car il faut que la température soit suffisamment élevée.

Optimum 80°.

Minimum 35°.

— Que le degré d'humidité du milieu soit suffisant.

— Que l'air qui pénètre dans le milieu soit assez abondant pour arrêter la fermentation anaérobie.

Les matières albuminoïdes comprises dans les résidus urbains sont représentées par des matières anormales: restes de viandes crus et cuits, poissons, tissus de laine, peaux, débris d'animaux; par des matières végétales: fragments de légumes, fruits, crus et cuits.

Les germes aérobies préexistent sur ces matières, en présence d'oxygène, elles se transforment en ammoniac; là ne s'arrête pas l'oxydation, car NH^3 se transforme en nitrites puis en nitrates.

Les microbes utilisent le carbone contenu dans les matières organiques et l'oxygène de l'air pour se procurer l'énergie nécessaire à leur vie avec formation de CO^2 , c'est un phénomène comparable à la respiration avec élévation de température. *l'hydrogène donne de l'eau.*

Les débris végétaux sont formés de matières ternaires (hydrate de carbone), associées aux matières quaternaires (albuminoïdes).

Hydrates de carbone.

Entrent dans la composition des hydrates de carbone, les graisses, les sucres, la cellulose.

Les sucres réducteurs sont facilement oxydables, leur combustion donne

du $\text{CO}^2 + \text{H}^2 \text{O}$.

Les graisses subissent une saponification avec formation de glycérine et d'acides gras. La glycérine devient la proie des germes aérobies, les acides gras s'oxydent à leur tour. L'acide oxyoléique provenant de l'oxydation de l'acide oléique se combine à l'ammoniaque pour donner l'oxyoléate d'ammonium, sous l'action des bactéries il s'oxydera à son tour.

L'arrivée de l'eau influe sur la marche de ces transformations, un peu d'eau accélère la décomposition en véhiculant les germes aérobies qui se répandent ainsi dans la masse d'ordures formant des nouveaux foyers de fermentation; d'autre part, nous avons vu qu'une certaine humidité est nécessaire à leur développement.

TRANSFORMATION DE LA CELLULOSE

Celle-ci peut se faire par voie aérobie ou par voie anaérobie.

Les agents aérobies sont très nombreux, les agents nitrificateurs jouent un rôle très important, on y trouve les *bacillus amylobacter*, le *flavus*, etc.

Cette transformation donne du CO_2 , du méthane et du carbone. Omeliansky et Winogradsky ont montré que la transformation de la cellulose par le processus anaérobie était due à la présence de deux petits bâtonnets, cette transformation est plus longue que la première; les microbes anaérobies agissent moins rapidement, ils dégagent du méthane, de l'hydrogène, de l'hydrogène sulfuré, de l'hydrogène phosphoré, du protoxyde d'azote, de l'azote.

Si l'on sature d'eau la masse de gadoue, l'oxygène ne pouvant pénétrer, rapidement le phénomène anaérobie se développera.

La putréfaction demande une température convenable, les germes sont nombreux, par ceux-ci on trouve le *micrococcus prodigiosus*, le *bacillus liquéfaciens*, le *bacillus pyocyaneus*, le *vibrio septique*, enfin les divers ferments de l'urée qui commencent la décomposition.

La fermentation aérobie, en retirant à la masse de

gadoue une partie de l'oxygène qu'elle contient, prépare la deuxième phase du processus de désintégration des gadoues, à savoir : la putréfaction.

Les travaux de P. Bordas et de S. Bruère ont mis en valeur l'action de l'urée et de ses ferments dans la désintégration de la matière organique d'origine animale comme d'origine végétale, c'est ainsi que des cadavres d'animaux de forte taille enfouis dans la paille arrosée de purin sont détruits en trois semaines. Ce temps écoulé, on ne retrouve que les squelettes de ces animaux.

Pour ces auteurs, les ferments de l'urée sont de beaucoup les plus actifs; selon eux, il est nécessaire, pour arriver à détruire rapidement des cadavres, d'associer l'action des ferments extérieurs à celle des micro-organismes internes dont l'activité se manifeste au moment de la mort. L'activité de ces germes pourra se manifester grâce à une aération, une température et une humidité convenables, cette mise en lumière de la fermentation des matières azotées par voie aérobie, sous l'action des ferments de l'urée est très intéressante car, qu'il s'agisse de cellules Becari ou de dépôts contrôlés, on a intérêt à transformer la gadoue après fermentation en un terreau riche en principes fertilisants (azote, acide phosphorique et potasse), qui sera d'autant plus apprécié des agriculteurs, que sa valeur comme engrais sera élevée; or, ce sont, en effet, les germes aérobies qui donnent des composés riches en azote et cela sans dégagement d'odeur désagréable, ce qui est toujours un gros avantage dans le cas que nous envisageons.

Le procédé de la décharge contrôlée ainsi que le procédé de destruction des ordures ménagères par fermentation dans les cellules Beccari est une application de ce que nous venons d'étudier, ils ne diffèrent que par les moyens utilisés, beaucoup plus simples et moins onéreux que le procédé des décharges contrôlées.

PROCEDE BECCARI

Ce procédé inventé par l'ingénieur italien Beccari fonctionne dans un certain nombre de grandes villes de la péninsule : Naples, Bologne, Carrare, Florence, possèdent une installation de 204 cellules exploitées par une société d'entreprises qui vient d'obtenir de la municipalité la concession de l'exploitation.

En France, plusieurs de nos villes méridionales ont opté pour ce procédé (Avignon, Aix-en-Provence, Cannes, Valence).

Les gadoues, préalablement triées, sont déversées dans des chambres closes d'une capacité de 20 m³ environ; grâce à une humidité et une aération convenables, des microbes aérobies et anaérobies désintègrent les ordures ménagères suivant le processus que nous avons décrit dans le chapitre des fermentations. Les gaz qui s'échappent montent vers une cheminée précédée d'une tourelle munie d'étages en chicane; leur but est de fixer ces gaz grâce au phosphate de chaux qu'elles contiennent.

L'usine comprend une série de cellules en maçonnerie, dont le nombre varie suivant l'importance de la ville, c'est-à-dire du tonnage d'ordures à traiter. Le plancher de ces cellules est incliné, afin de pou-

voir recueillir dans un puits le liquide provenant de l'arrosage des gadoues en fermentation.

L'aération se fait par des ouvertures latérales, d'autre part par des trous donnant dans le plancher.

Le chargement des gadoues triées se fait par le haut des cellules, un plan incliné permet l'accès de l'ouverture de chargement. Le plein étant effectué, on ferme la cellule, on arrose une première fois la masse avec le liquide de la fosse grâce à une pompe fonctionnant mécaniquement; dès le cinquième jour, la température atteint 55°, elle continue à monter pour atteindre son optimum (75°), vers le vingt-cinquième jour. L'opération et la réduction sont complètes en quarante-cinq jours.

INCONVENIENTS

Le procédé prévoyant le triage des gadoues pour en enlever les matières utiles (chiffons, papiers, os), ne satisfait pas aux lois de l'hygiène :

Le triage manuel, par ses risques de blessures, est dangereux pour les ouvriers. Au point de vue économique, ce procédé est moins coûteux que l'incinération; cependant, comme l'inventeur préconise la construction de son installation le plus possible dans le centre des villes en vue d'économiser les transports, on est obligé de constater que le prix d'achat du terrain où sera bâtie l'usine sera très élevé, étant donné l'obligation de construire un nombre considérable de cellules; car chacune d'elles ne peut être remplie que huit ou neuf fois par an.

Encore en Italie, un inventeur, le commandant Boggiano-Pico a apporté, au système Beccari, d'importantes modifications dont la plus importante consiste à insuffler de l'air dans la masse de gadoue à oxyder, cet air est envoyé sous une pression de 7 kilogrammes; d'après l'auteur, cet air comprimé passant dans la masse de gadoue, accélère la fermentation aérobie. Là ne se bornent pas les modifications apportées par le commandant Boggiano-Pico :

Constatant que les cellules Beccari sont onéreuses

à cause de la grande superficie qu'elles occupent, à ces cellules il substitue une tour d'un diamètre de 8 mètres environ et de 4 à 5 mètres de hauteur. Le tri par le personnel ouvrier est supprimé, les immondices sont versées directement dans les tours, un plan incliné permet aux voitures d'accéder au sommet.

Le tri préalable dans le système Beccari est remplacé, ici, par l'action d'un concasseur qui triturerait toutes les matières non fermentescibles (verre, ferraille, os, porcelaine), lors de la vidange de la tour.

Par ce procédé, l'inventeur utilise la hauteur alors que le système Beccari utilise la superficie. Résultat?

Du point de vue financier, l'usine coûte moins cher à bâtir, cela ne fait pas de doute, mais comme l'air comprimé ne raccourcit pas sensiblement le temps nécessaire à la fermentation. Ce procédé n'est pas, au fond, plus économique que le premier étant donné les dépenses qu'il faudra continuellement engager pour entretenir cette pression de 7 kilogrammes. Si l'on considère enfin cette pression énorme de 7 atmosphères, on est en droit de se demander si la construction de ces tours qui devraient coûter moins cher que l'installation en surface des cellules Beccari n'entraîne pas une dépense sensiblement égale à celle de la résistance suffisante que ces tours devront posséder pour résister à cette pression continue de 7 atmosphères. Un seul avantage à retenir de ce procédé, c'est la suppression du tri, les gadoues étant déversées directement dans les tours.

Les procédés de fermentation trouvent leur appli-

cation dans les régions méridionales où les gadoues renferment une grande quantité de matières fermentescibles, alors que les régions septentrionales contiennent une partie importante de matières combustibles. Le produit de fermentation donne un terreau livré à l'agriculture après triage, il est apprécié et recherché de nos cultivateurs.

De plus, le procédé paraît devoir être mis en pratique dans des villes de moyenne importance.

Ce procédé peut être utilisé pour les hôpitaux, collèges, sanatoria, une société française exploite sous licence le procédé Beccari, elle construit des cellules dites « Zymothermiques ». Ces cellules se présentent sous la forme de cuve en ciment armé d'une contenance de 12 à 14 mc. avec portes hermétiques d'emplissage et de vidage dans lesquelles les ordures sont déversées directement.

Le fonctionnement de ces cellules est basé sur les principes de la fermentation, comme dans les cellules Beccari, la fermentation aérobie est activée par un système d'aération. La température intérieure est de 75° environ comme dans le cas précédent. L'opération a une durée sensiblement égale : 35 à 40 jours. Les cellules vidées, le terreau est livré à l'agriculture.

LES DEPOTS CONTROLES

L'incinération étant d'un prix de revient très élevé, et la cellule Beccari nécessitant l'installation de nombreuses cellules, un ingénieur anglais, M. Call, a proposé d'utiliser le phénomène de fermentation, mais en ayant recours à des procédés plus simples que ceux employés dans le système Beccari, c'est sous le nom de dépôts contrôlés que cette nouvelle méthode est née : mise en pratique dans presque toutes les villes d'Angleterre, elle a été préconisée en France par M. Partridge, inspecteur général, adjoint des travaux de la Ville de Paris; c'est en nous inspirant de ses travaux que nous donnerons, ici, les règles à observer pour obtenir un bon résultat :

1° Les ordures doivent être mises en décharge par couches, dont l'épaisseur varie entre 1 m. 50 et 2 m. 50.

Lorsque la température de cette couche sera redevenue normale, c'est-à-dire qu'elle sera égale à celle du sol voisin, on pourra autoriser à déposer une nouvelle couche.

2° Les couches sont exactement limitées par des talus réguliers, inclinés à 45°.

Il est essentiel que le dépôt comporte le moins possible de vides, afin de limiter l'aération des gadoues

et d'éviter une élévation trop grande de la température du milieu pouvant causer un incendie du dépôt.

3° Le dépôt ainsi que le talus doivent être recouverts dans un délai maximum de soixante-douze heures, d'une couche de terre; cette couche constitue la couverture du dépôt... Voilà les règles essentielles à observer.



Dépôt contrôlé de Saint-Escobille.

CHOIX DU TERRAIN

Celui-ci est d'une grande importance. L'étude géologique du sous-sol doit dominer le problème afin que les eaux d'infiltration n'aillent point contaminer les sources ou les puits voisins du dépôt contrôlé.

En Angleterre, des dépôts ont été établis au voisinage des habitations, voire même à proximité d'un hôpital, tel est le cas de la ville de Bradford où un dépôt contrôlé, transformé en pelouse, est situé à quelques mètres de cet établissement sanitaire. Réalisation osée, peut-être pas très recommandable, mais qui démontre combien cette méthode de destruction des ordures ménagères est en honneur dans ce pays ami.

Le souci d'esthétique, le désir, non seulement de détruire les gadoues, mais de transformer ces résidus urbains, de les utiliser en construisant des stades, des courts de tennis, des jardins publics, est tout à l'honneur des Anglais.

La ville de Bradford est, pour nous, un exemple remarquable, le dépôt contrôlé a été établi dans une ancienne carrière profonde de cinquante mètres environ; actuellement, un square magnifique, avec son bassin, ses pelouses verdoyantes et ses allées, a remplacé cette ancienne carrière comblée.

A Manchester le dépôt contrôlé a été édifié dans d'anciens terrains marécageux; grâce à cette nouvelle méthode, ceux-ci ont été comblés progressivement. Actuellement, ces nouveaux terrains sont remplacés par de vastes terrains de sport sur lesquels de nombreux cours de tennis ont été construits. Le fait que les Anglais aient établi des décharges contrôlées en pleine ville démontre, qu'à leur avis, cette méthode ne présente que peu d'inconvénients; toutefois, nous pensons qu'il faut être beaucoup plus prudent, il nous paraît essentiel de ne point autoriser l'établissement d'un dépôt contrôlé sur un terrain calcaire fissuré à cause de la contamination toujours possible des nappes d'eau souterraines; il est recommandable de choisir un sous-sol sablonneux, lequel possède des propriétés filtrantes élevées, ou mieux, un sous-sol présentant une alternance irrégulière de sables et d'argiles, ces dernières couches arrêtant les eaux dans leur mouvement de descente.

Il nous paraît recommandable de choisir une ancienne carrière ou une dépression naturelle, à condition que les inconvénients décrits plus haut soient supprimés; malheureusement, il n'est pas toujours facile de trouver ce terrain donnant satisfaction à toutes nos exigences, aussi dans certains cas on est bien obligé d'établir ces dépôts sur un terrain plat, c'est le cas du dépôt de Saint-Escobille (Seine-et-Oise) :

Ce hameau recevait, autrefois, l'excédent des ordures ménagères parisiennes. A 800 mètres environ de

la gare, des ouvriers déposaient ces résidus sur un terrain, sans aucune précaution, avec tous les inconvénients de la décharge brute, odeur nauséabonde due à la décomposition des matières organiques, envahissement du dépôt par les rats qui trouvaient une nourriture abondante, pullulation des mouches, danger constant d'incendie car, comme nous l'avons dit plus haut, la température du foyer de fermentation atteint rapidement 75°; ce dépôt était fréquemment le siège d'incendies dangereux pour le voisinage, désagréable par ses mauvaises odeurs.



Dépôt contrôlé de Saint-Escobille.

Depuis quelques années, l'excédent des ordures non incinérées dans nos fours parisiens est détruit à Saint-Escobille, mais en suivant les règles anglaises, s'appliquant au dépôt contrôlé; comme on peut s'en rendre compte d'après nos photographies; sur l'ancien tas d'ordures a été établi un dépôt contrôlé.

Dès que nous arrivons en voiture au dépôt, par un petit chemin qui y donne accès, nous sommes heureusement surpris de découvrir deux pelouses verdoyantes situées sur l'ancien dépôt; celui-ci couvre une superficie de huit hectares environ. Sur la couverture du dépôt, du gazon a été semé; d'après



Dépôt de contrôle de Saint-Escobille.

notre photographie, ne pourrait-on croire qu'il s'agit d'un terrain de jeu? Deux voies ferrées médianes s'étendent jusqu'au bout du terrain, les gadoues emmenées par wagons sont déchargées par de puissantes bennes mobiles sur leurs chenilles, celles-ci déversées sur le sol, sont nivelées automatiquement par des bulldozers montés également sur chenilles.

Dans la commune de Liancourt-Saint-Pierre, un pareil dépôt d'une superficie plus importante (60 hectares environ), est en voie de réalisation.

Le terrain choisi, comment établir le dépôt contrôlé? c'est le côté technique du problème que nous allons étudier.

ORGANISATION D'UN DEPOT CONTROLE

M. Partridge recommande de déposer les ordures ménagères par couches horizontales d'une épaisseur de 1 m. 80 environ, de telle façon qu'après tassement, cette couche se réduise à 1 m. 50, la largeur d'une telle couche étant de 6 à 8 mètres. Chaque couche sera toujours limitée par un talus à 45°, il est indispensable d'observer rigoureusement cette inclinaison de façon que la couverture du talus puisse se faire aisément. La décharge s'effectuera ainsi par môles successifs.

Il est recommandé d'attendre au moins quatre mois avant de recouvrir d'une nouvelle couche les anciennes. D'autre part, à mesure que se développe le dépôt, il est préférable d'établir les couches supérieures en gradins avec des paliers de quelques mètres de largeur, afin d'éviter une pente continue pouvant gêner considérablement l'établissement du dépôt.

QUELS MOYENS UTILISER POUR DEVERSER LES ORDURES?

Il convient de s'adapter au terrain et de choisir les moyens mécaniques les plus favorables. Les ordures ménagères de Londres sont transportées par voie d'eau jusqu'à Hornchurch, là des grues déchargent les péniches dans des wagons munis d'un dispositif de basculement, ceux-ci sont amenés sur le pont de décharge et vidés immédiatement.

Si le chantier ne possède pas de wagons munis d'un tel dispositif, on pourra avoir recours (comme cela se fait à Saint-Escobille), à de puissantes ben-
nes preneuses mobiles sur leurs chenilles qui vien-
dront déverser le contenu des wagons sur le dépôt
en exploitation. Dans d'autres cas, les camions col-
lecteurs sont amenés directement sur le front de dé-
charge. L'opération est assez délicate, si les véhicu-
les sont montés non sur chenilles, mais sur roues
ordinaires, celles-ci s'enfoncent par suite de la com-
pressibilité de la gadoue, aussi est-on souvent obligé
dans ce cas, à avoir recours à un platelage en ma-
driers.

Le camion étant muni d'une benne basculante, celui-ci est amené en reculant le plus près possible du front de décharge, puis le mécanicien met en marche la benne basculante.

Les ordures étant ainsi déposées, il reste à les disposer uniformément sur le sol. là encore de nombreuses précautions doivent être prises. Si l'on se reporte aux premiers dépôts effectués en Angleterre, on constate que la technique utilisée était la suivante :

Un premier ouvrier muni d'un marteau et d'un couteau se tenait au pied du talus, sur le front de décharge, les tapis ficelés étaient détachés et étalés sur le sol, les caisses et les bouteilles cassées; toutes ces précautions avaient pour but d'éviter les vides si dangereux à cause des cheminées pouvant se produire dans le dépôt, augmenter l'aération, la température du milieu et pouvant être à l'origine d'un incendie. Un deuxième employé armé d'une houe se tenait à mi-hauteur du talus, son rôle était de recouvrir les objets étalés et de remplir de gadoues les récipients vides, toujours pour éviter les inconvénients décrits plus haut.

L'épaisseur de la couche de gadoue étant suffisante (1 m. 80), d'autres ouvriers la recouvraient d'une couche de terre de 20 centimètres environ.

En France, au dépôt de Saint-Escobille, l'épandage des ordures s'effectue mécaniquement, les ordures sont déversées à proximité du talus de décharge par des bennes, puis on utilise un tracteur d'un mo-

dèle spécial nommé bulldozer. Trois engins identiques fonctionnent sur ce dépôt. Chacun ressemble à un tracteur à chenilles avec cette particularité qu'ils sont munis, à l'avant, d'un soc concave qu'un système mécanique permet d'abaisser ou de relever à volonté. les commandes de cet appareil étant à côté du siège du conducteur.

L'avantage de cet appareil est d'effectuer un tassement suffisant des ordures, de telle sorte que des cheminées artificielles ne puissent se former.

Les couches de gadoues étant d'une épaisseur suffisante, il faut maintenant les recouvrir de terre.



*Dépôt contrôlé de Saint-Escobille.
Benues de déchargement.*

LA COUVERTURE

Il est recommandé de ne point recouvrir le dépôt avec une couche qui n'est au moins 20 centimètres d'épaisseur, si cette couverture est effectuée manuellement; mais cette couche peut être réduite de moitié si on utilise la forte compression des bulldozers. Le passage répété d'un de ces tracteurs présente un double avantage: *

1° Les objets volumineux, les caisses, les récipients, les bouteilles sont écrasés, ainsi se trouve réalisé cet étalement uniforme des gadoues avec absence de vides importants.

2° La couverture peut être considérablement diminuée : de 20 centimètres on pourra réduire son épaisseur à sept ou dix centimètres, celle-ci variant suivant la terre utilisée comme couverture : ainsi, le sable constituerait une excellente couverture, mais il n'est pas toujours facile de se le procurer à un prix de revient peu élevé. Dans certaines régions, il est même très difficile de se procurer de la terre, c'est le cas de Saint-Escobille qui reçoit avec chaque rame de wagons d'ordures ménagères, un wagon supplémentaire contenant de la gadoue criblée provenant des usines d'incinération de notre capitale, celle-ci est utilisée pour la couverture du dépôt, c'est là un pis-aller étant donné l'impossibilité de se procurer de la terre dans la région voisine du dépôt.

ROLE DE LA COUVERTURE

Il est de tout premier plan. A l'abri de cette couche protectrice, les matières organiques diverses entrant dans la composition des gadoues vont subir le phénomène de fermentation comme nous l'avons dit dans un chapitre précédent. La fermentation aérobie ou *Erémacausis* prédominera dans la couche supérieure, en règle générale, là où la masse d'ordures est perméable à l'air, ce sont naturellement les couches supérieures qui reçoivent un apport d'oxygène plus grand que les couches inférieures, de plus. Comme les gadoues n'ont pas encore subi de tassement au début de leur dépôt, il est évident que le phénomène d'*Erémacausis* sera favorisé au début par la grande perméabilité de la masse.

Une critique formulée par les opposants de cette méthode est la suivante :

« Dans les parties où l'oxygène fera défaut, soit que l'épaisseur du tas soit trop forte, soit que les ordures baignent dans de l'eau, il se produira une décomposition sur l'effet des microbes anaérobies, décomposition très lente qui permettrait de retrouver, après plusieurs années, des matières encore à peu près intactes, inconvénient grave puisque la décomposition des ordures ne serait pas totale. »

La fermentation aérobie étant une réaction oxydante, la température de la masse s'élève rapidement et atteint un maximum de 70° environ. Nous savons que les ordures ménagères contiennent de fines particules de charbon, celles-ci déjà portées à la température de 70° peuvent s'oxyder facilement et élever rapidement la température du milieu; il y a là un réel danger d'incendie, c'est d'ailleurs par ce processus que les incendies se déclarent dans les dépôts simples.

Tandis que le feu peut se propager rapidement à toute la masse dans ces dépôts simples en rendant toute lutte d'extinction bien vaine, dans les dépôts contrôlés les couches ne dépassant pas 1 m. 50. D'autre part, la couverture isolant en partie la couche inférieure, en ne laissant passer qu'une quantité réduite d'oxygène rend difficile la propagation d'un foyer d'incendie qui pourrait se déclarer. Chaque fois que le cas s'est produit le feu a été rapidement éteint en renforçant immédiatement la couverture.

DESTRUCTION DES GERMES PATHOGENES

Les partisans de cette méthode de destruction des ordures ménagères affirment que, grâce à cette température de 70° , tous les germes pathogènes, en particulier le bacille d'Eberth, sont détruits. Mais nous savons que certains bacilles, grâce à leurs spores, peuvent résister à des températures de 120° , il est bien évident qu'elles résisteront facilement à cette température de 70° . Mais ces partisans font remarquer que ces germes existent en très grande abondance dans les champs, la fréquence de cas de tétanos observés dans nos hôpitaux de Seine-et-Oise semble bien confirmer que les terres de Beauce sont certainement plus dangereuses qu'un dépôt de gadoues pour la propagation de cette terrible maladie.

Les détracteurs de cette méthode nient que les germes pathogènes sont détruits complètement dans de tels dépôts; ils invoquent les arguments suivants :

Il est exact que les bactéries sont détruites en milieu humide et à la température de 75° , mais cette température élevée n'est atteinte qu'au centre de la masse de gadoue. Elle est moins élevée dans les couches supérieures et au niveau des talus inclinés à 15° , les eaux d'infiltration entraîneront ainsi, dans la profondeur, des germes non détruits.

Or les ennemis de cette méthode de destruction des ordures ménagères sont presque tous partisans du procédé d'incinération. pour eux la destruction de ces matières nuisibles doit être totale, malgré le prix de revient élevé des fours. Cette méthode ne peut d'après eux que nous donner entière satisfaction, car elle seule satisfait aux lois de l'hygiène en nous donnant un résidu stérile. Ils n'admettent pas que les spores ne soient point détruites en totalité dans les dépôts contrôlés; selon eux, on ne peut affirmer d'une façon formelle que le terrain sur lequel les tas d'ordures sont établis est absolument imperméable, dans les carrières formées de calcaire, il existe des crevasses ou fissures dites « diaclases » qui permettront aux eaux polluées d'aller contaminer les nappes souterraines dont la température moins élevée permettra aux spores de se transformer en bactéries qui se multiplieront à leur tour. Si ces nappes d'eau souterraines communiquent avec les puits ou les sources du voisinage, l'eau servant à l'alimentation sera contaminée.

LES ODEURS ET LES GAZ TOXIQUES

J'ai constaté en visitant le dépôt contrôlé de Saint-Escobille que les mauvaises odeurs ne sont décelables que sur le front de décharge, les ordures étant recouvertes d'une couche de terre au fur et à mesure de leur avancement, le dégagement des odeurs est arrêté en grande partie par la couverture de terre.

L'étude des fermentations nous a montré que parmi les gaz qui s'échappent du milieu, l'azote, gaz non toxique, se combine à l'hydrogène pour donner de l'ammoniac. NH_3 s'oxyde en présence de l'air pour donner des nitrites puis des nitrates.

On trouve également le méthane, mais il n'est pas toxique. Il n'en n'est pas de même des gaz qui se forment quand il y a putréfaction des matières organiques, d'origine animales ou végétales, quand l'oxygène n'arrive plus il se forme de l'hydrogène sulfureux très toxique ainsi que de l'hydrogène phosphoré, du protoxyde d'azote et de l'azote. Si l'hydrogène sulfureux est très toxique, il est facilement décelable par son odeur malodorante, il n'offre aucun danger pour ces dépôts établis en plein air. Quant à l'oxyde de carbone, gaz également toxique et beaucoup plus dangereux que H_2S puisqu'il est inodore, il n'existe qu'en petite quantité, de plus l'épaisseur de la cou-

verture de terre est un obstacle à la diffusion massive de ces gaz.

L'acide carbonique (CO^2) y est représenté en de très fortes proportions d'après M. Partridge; l'intérieur du dépôt peut avoir une teneur en acide carbonique de 25 à 30 %, il convient de noter qu'une grosse partie du CO^2 retiendra l'ammoniaque fournie sous forme de carbonate d'ammonium, tandis que l'autre partie diffusera lentement à travers la couverture.

Nous avons vu au début de cette étude que les dépôts simples, si nombreux dans notre pays, tenteront toujours les municipalités, parce que ce procédé est le moins onéreux de tous.

Il faut proscrire ces dépotoirs écœurants où le vent a vite fait de chasser au loin poussières et papiers, ces refuges où les rats trouvent leur nourriture et se multiplient rapidement, où pullulent les mouches.

Une question se pose, les dépôts contrôlés ne présentent-ils pas de tels inconvénients?

Les principes énoncés plus haut étant rigoureusement observés, les gadoues étant recouvertes dans les vingt-quatre heures d'une couche de terre suffisante, le développement des larves de mouches devient presque impossible, mais il faut bien reconnaître qu'il est très difficile d'obtenir une couverture absolument étanche, car celle-ci sera forcément arrachée à certains endroits soit par le passage des camions collecteurs, des ouvriers ou par l'eau de pluie; cette couverture devra donc être surveillée étroitement, une nouvelle couche de terre devra être

étendue immédiatement dès qu'une solution de continuité sera constatée; au cas où les mouches se développeraient, les ordures ménagères étant déchargées, il conviendrait de détruire les larves de mouches en aspergeant le milieu d'un liquide insecticide, au moyen d'un appareil pulvérisateur.

Un autre problème se pose : celui de la destruction des rats pouvant envahir ces dépôts. En effet, s'il est exact que la couverture, les débris coupants de porcelaine et de verre comprimés dans ce dépôt compact dont la température atteint 75°, sont autant d'obstacles qui s'opposent à la pénétration de ces animaux, on est bien obligé d'avouer que ces remarques sont justes et s'appliquent aux couches en voie de fermentation. Nous avons vu qu'il faut environ dix à douze mois pour que la désintégration des matières organiques soit complète en supposant que tout se passe dans les conditions prévues. Vers le septième ou le huitième mois, la température de la masse aura considérablement baissé, dès lors l'envahissement du dépôt par les rats devient possible, mais ils ne trouveront plus dans ce milieu, ayant déjà subi presque en totalité le phénomène de désintégration, leur nourriture quotidienne.

Les rats ne seront d'ailleurs pas les seuls animaux à profiter en hiver d'une température aussi douce. Nous avons pu constater au dépôt contrôlé de Saint-Escobille que quelques rusés lapins ont résolu de façon élégante ce problème du chauffage et celui combien plus délicat en cette saison d'échapper à la tyrannie de nos Nemrods.

Mais si nos lapins jouissent de l'immunité des service d'hygiène, c'est aux rats qu'il faut faire la chasse, le personnel ouvrier nous a affirmé que jamais il n'en voyait s'enfuir sur ce terrain, mais au cas où ceux-ci envahiraient le dépôt, il faudrait les détruire avec tous les moyens que nous possédons, soit que l'on ait recours aux moyens techniques, pâtes à base de phosphore, soit aux animaux (chats ou chiens ratiers).

Ne pourrait-on pas clore ces dépôts de grillage suffisamment robustes et profonds pour empêcher la venue des rats?

CONSIDERATIONS GENERALES

On a cherché à tirer profit des dépôts contrôlés; à Manchester, des maisons ont été édifiées sur d'anciens terrains dont le tassement était jugé suffisant par les entrepreneurs, il faut être prudent et ne pas entreprendre des constructions avant que treize ou quinze années ne se soient écoulées.

En Angleterre, ces terrains sont devenus des terrains de sport ou des jardins publics. Lady Hill's Park à Bradford peut être pris pour type d'une de ces heureuses transformations. Mais il ne faut pas oublier que l'Angleterre jouit d'un climat particulièrement humide qui permet d'obtenir rapidement de vertes pelouses.

Au dépôt de Saint-Escobille on a également semé du gazon, celui-ci a poussé comme le montrent nos diverses photographies, mais avec plus de difficulté.

Nous avons vu dans les chapitres précédents que les gadoues ont une certaine valeur agricole, mais une faible valeur marchande, rien ne s'oppose une fois la fermentation terminée à son utilisation agricole, à condition toutefois de faire un tri préalable, comme cela se fait par le procédé Beccari, une fois les cellules vidées après fermentation.

CONCLUSIONS

En résumé, il convient de dégager de la précédente étude qu'il existe actuellement de nombreux systèmes ayant fait leurs preuves et présentant le minimum d'inconvénients au point de vue de l'hygiène.

Soit que l'on utilise les ordures ménagères comme engrais, après leur fermentation en cellules; ce procédé trouve son application dans les régions méridionales où les gadoues contiennent une grande quantité de matières fermentescibles.

Soit que l'on utilise le four incinérateur; ce procédé est satisfaisant au point de vue de l'hygiène. Le résidu définitif est un produit stérile, mais il détruit les matières fertilisantes. Ce procédé semble donc préférable dans les régions septentrionales où les gadoues contiennent une quantité importante de produits combustibles, mais peu de produits fermentescibles.

Le procédé de la décharge contrôlée nous paraît ne devoir être autorisé qu'à la condition d'être établi à très grande distance de toute habitation, après une enquête géologique favorable à son établissement.

Utilisé par les petites villes dont le budget est peu élevé, par les municipalités qui, en partie pour des raisons d'économies, se débarrassent encore de ses

résidus par cette pratique déplorable de la décharge brute. Ce procédé de la décharge contrôlée constitue un progrès. Mais à notre avis, il ne constitue qu'une solution d'attente, il permet actuellement de se débarrasser en donnant satisfaction en partie aux lois de l'hygiène, de l'excédent des gadoues non incinérées de notre capitale.

Généraliser l'exploitation de ce procédé, l'appliquer à nos grandes villes comme cela se fait en Angleterre, serait, à notre avis, une erreur.

Vu : *Le Doyen,*

ROUSSY.

Vu : *Le Président de thèse,*

L. TANON.

Vu : *Le Recteur,*

CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

M. F. MARTIN. — Les ordures ménagères. (*Annales d'hygiène*, mai 1936.)

F. et JEAN BORDAS. — Au sujet du traitement des ordures ménagères par la fermentation. (*Annales d'hygiène*, juin 1936.)

PARTRIDGE. — Destruction des ordures ménagères par la méthode en dépôts contrôlés. (*Annales d'hygiène*, février 1936.)

BROUARDEL et MOSNY. — Traité d'hygiène. (Volumes XII et XV.)

TANON. — Hygiène, 1936, tome I.

A. J. TERWAGNE. — La question des gadoues et sa solution.

RENE HUMERY. — Les ordures ménagères de la Région Parisienne.

PARTRIDGE. — La destruction des ordures ménagères par la méthode du dépôt contrôlé. (Imprimerie Berger-Levrault.)

GEORGES DUHAMEL. — Querelles de famille, 45^e édition, page 31. (*Mercure de France*.)

Dr CH. DANGAUTHERS. — Assainissement biologique des résidus urbains.

B. JONES et FREDERIC OWEN. — Notes sur les aspects scientifiques de la décharge contrôlée.

EM. MANDON. — Assainissement.

J. ROCHARD. — Questions d'hygiène sociale.

IMBEAUX, CALMETTE. — Traité d'hygiène.



